

中国科学院院士、高分子化学家李永舫:

# 光伏材料创新推动太阳能高效利用

■本报记者 李玲

“我们头顶有一个巨大的、取之不尽用之不竭的清洁能源——太阳,它有足够的燃料来驱动我们的太阳系再持续50亿年,而它每日给地球带来的能量比我们消耗的能量多出1万倍。”在近日举办的中国科学院第七届科学节文献情报中心专场活动上,中国科学院院士、高分子化学家、中国科学院化学研究所研究员李永舫指出。

李永舫认为,将太阳能直接转换成电能的太阳能电池是实现太阳能利用的一个重要方面,如何更好、更高效地利用太阳能,关键在于太阳能电池材料技术的进步和创新,以钙钛矿、有机太阳能电池等为代表的第三代太阳能电池将发挥重要作用,应用前景广阔。

## ■光伏技术不断创新

据介绍,目前的太阳能电池主要包括晶硅(单晶硅、多晶硅)太阳能电池、无机半导体(铜铟镓硒、碲化镉等)薄膜太阳能电池、有机-无机杂化钙钛矿太阳能电池、有机太阳能电池等。

“现在晶硅太阳能电池已经实现大规模商业化,其商业化模组电池的光电转换效率已经超过25%,工作寿命在25年以上,并且近年来晶硅太阳能电池的成本也有显著下降,低于0.7元/瓦,是目前应用最广泛的太阳能电池类

型。”李永舫表示,2014年至今,我国企业和研究机构晶硅太阳能电池实验室效率已打破纪录42次,目前我国晶硅太阳能电池的生产技术水平和生产能力都处于世界领先水平。晶硅太阳能电池已经成为中国创新发展除高铁之外的另一张“名片”。

晶硅太阳能电池技术之外,目前无机半导体薄膜太阳能电池、钙钛矿太阳能电池、有机太阳能电池相关的技术也在不断创新。

李永舫指出,以钙钛矿、有机太阳能电池为代表的第三代太阳能电池技术具有轻、薄以及可以制备成柔性器件等突出优点,在柔性太阳能电池方面与晶硅太阳能电池应用领域互补,在光伏建筑一体化、可穿戴和便携式能源以及室内光伏等方面具有重要应用前景。

## ■新型电池技术仍待突破

尽管优势突出、应用潜力巨大,但目前钙钛矿、有机太阳能电池技术仍有许多难题待突破。

“钙钛矿太阳能电池的优点在于原材料成本低、可溶液加工、可制备成柔性器件,且效率高,目前实验室小面积器件最高效率超过26%,大面积器件效率超过18%。”李永舫指出,钙钛矿材料同时具有激子束缚能小、扩散长度长、双极

性传输等显著优点。但是要实现实际应用,目前需要解决大面积制备的批次重复性以及稳定性问题,其中稳定性是核心,这个问题不解决,就很难占领市场。构筑载流子运输效率高、缺陷复合少、稳定性好的活性层与界面层是实现高效率、高稳定性的钙钛矿太阳能电池的关键。

在有机太阳能电池方面,我国的研究已从最初的跟随性研究到了引领有机光伏领域发展的阶段。中国学者从报道窄带隙有机小分子受体开始,引导和推动了有机光伏领域的发展,实验室小面积器件的光电转换率从10%左右提升到了最近的超过20%。“现在有机太阳能电池已经看到了实现应用的曙光,下一步应该在降低光伏材料和器件制备的成本、光伏材料的放大合成和光伏器件的大面积制备、柔性透明电极的低成本大规模制备、提高柔性有机太阳能电池光伏性能和稳定性等方面继续努力,争取早日在我国实现柔性有机太阳能电池和半透明有机太阳能电池的商品化应用。”李永舫表示。

值得注意的是,李永舫团队最近在《自然》杂志上刊发了最新研究成果,他们以宽带隙钙钛矿材料为前结,窄带隙有机材料为后结构建的钙钛矿-有机叠层太阳能电池,实现稳定性优于单结钙钛矿和单结有机太阳能电池,获得了26.4%的光电转换效率,且保留了可溶液制备太阳能



电池的本征优势。

## ■需找准应用定位

在李永舫看来,未来晶硅、钙钛矿、有机太阳能电池之间并不是竞争关系,而是互补关系,适用不同的应用场景。其中,大规模商业化的晶硅太阳能电池目前具有相对较高的能量转换效率、较好的稳定性和可靠性以及较低的成本,在市场上具有较强竞争力,适合在我国光照资源较好的西北地区进行大规模光伏电站建设。但晶硅太阳能电池制备过程中原材料的能耗大,产品整体是刚性的,且重量相对较重,并非所有应用场景

都能适用。

“钙钛矿、有机等新型太阳能电池并不适合跟晶硅竞争大规模光伏电站市场,可以做一些互补的应用,要有清晰的思路和定位,这很重要。”李永舫认为,未来钙钛矿和有机太阳能电池要做柔性产品,发挥它轻、薄、柔的优势,它跟晶硅材料不是竞争关系,而是互补关系,晶硅应用不了的场景,钙钛矿和有机来做。晶硅本身耗电量很高,但卖得很便宜,如果按照价格来算,它具有绝对的优势。目前,钙钛矿的成本可以做到跟晶硅接近,但它的效率和稳定性都还比不上晶硅,仍有待进一步技术突破。

李永舫称,钙钛矿和有机太阳能电池可以重点应用在光伏建筑一体化、车载光伏、室内光伏等分布式领域。比如,草原牧民的帐篷如果做成柔性太阳能电池,可以白天发电、晚上应用,还有可穿戴式太阳能电池领域。

“相信再过一两年,就会有商品化的柔性钙钛矿太阳能电池应用。”李永舫表示,将来真正的柔性有机太阳能电池完全可以像纸一样卷起来。另外,有机太阳能电池还可以做成半透明太阳能电池用在窗户玻璃上,但能否真正实现大规模应用关键在于成本,如果能够减少合成步骤、提高产率,有机太阳能电池还有很大的降本空间,这也一定程度上决定了它未来的应用前景。

# “风光”期待气象服务产品创新

■本报记者 董梓童

可再生能源“靠天吃饭”特征明显,有风光时有电,无风光时无电。未来可再生能源将成为电力供应主力,气象对于电力的影响将呈现在电力产业全环节,能源系统将与气象系统深度融合,关系更为交织复杂。市场需要创新气象数据产品服务,支持新能源企业降本增效,降低气候影响。

我国可再生能源装机不断取得新突破。国家能源局发布的最新数据显示,2024年前三季度,全国可再生能源发电新增装机2.1亿千瓦,同比增长21%,占电力新增装机的86%。其中,风电太阳能发电合计新增突破2亿千瓦。截至2024年9月底,全国可再生能源装机达到17.3亿千瓦,约占我国总装机的54.7%。装机“过半”的情况下,可再生能源要想不再看天气的“脸色”,贡献更可靠的出力,都离不开气象服务产品的创新。

## ■功率预测需求高涨

平安证券表示,随着新能源预测考核力度逐渐加大,新能源电站对功率预测系统精度及服务的及时性等要求逐步提升,给能源和气象产业融合发展打开了新空间。长时预测新功能及分布式、电力交易新场景不断涌现,功率预测需求持续高涨。

国家数据局等17部门联合印发的《“数据要素X”三年行动计划(2024—2026年)》提出十二项重要行动,其中在气象服务领域,提出降低极端天气气候事件影响;创新气象数据产品服务;支持新能源企业降本增效。另据国家市场监督管理总局发布的《光伏发电系统接入配电网技术规定》,分布式光伏电站接入电网应满足功率预测数据提报要求。

在上述背景下,企业期望通过采购多种优质气象观测资料等数据作为气象预测

技术的基础数据,优化高精度气象智能预测平台,提升功率预测精度和预测时长、优化核心算法。

英利能源相关负责人说:“新能源行业加强与气象部门跨界合作,推动人工智能、大数据分析等在气象预测中的应用,研发适用于新能源行业的气象预测模型,提高预测精度和时效性。”

## ■持续挖掘数据价值

能源气象协同发展是大势所趋,近年来,随着“双碳”目标持续推进和能源结构优化升级,中国气象局组织多级气象部门开展风能太阳能预报系统业务化应用,挖掘并融合多源气象要素,提升了气象数据应用效益。

据中国气象局介绍,目前已经构建了“短临—短期—月—季—年”无缝隙资源预报体系,建立起国省一体化功率预测系统。2023年,风能太阳能专业数值预报模

式升级后,72小时内太阳总辐射预报的平均绝对误差减小5%至8%,100米高度风速预报的平均绝对误差减小17%至43%,预报时长增至336小时。

“比如,湖南省气象局每日自动生成风光发电条件等级预报产品,针对风电场提供时间分辨率达15分钟、空间分辨率达9公里的未来14天预报,并开展电线、风机覆冰产品研发,助力电网调度端提前研判。”中国气象局工作人员说。

此外,企业也紧跟市场发展动向,推出创新产品。9月,华为联合伙伴发布基于人工智能大模型技术新能源气象功率预测等解决方案。10月,国能日新自研新能源大模型“日新”正式发布,可提供全省45天气象资源预测、日前/实时电价预测、负荷预测等。

## ■预警精度不断提升

平安证券认为,极端和异常天气频发,

也给以“风光”为代表的可再生能源电站安全稳定运行带来新挑战。如今,多省份电网调度部门陆续发布异常气象条件下提升功率预测准确率的要求,给能源和气象产业融合发展打开了新空间。

汇耀品尚能源科技董事长希公博表示:“现在天气预报能力可以提前几天预测台风的强度和路径,为项目提供天气预警,给予业主方提前做出防范措施的时间。比如,光伏跟踪支架,可以根据天气预报,提前将姿态调整至大风保护状态,可以最大限度提升跟踪支架的抗风能力。”

在券商看来,未来,可再生能源电站对极端天气的预警精度需求将越来越高。这就需要产业持续优化气象预警功能,加快以省区为单位的异常气象预报改造升级工作。

据了解,目前,湖北省气象局基于风光场站气象灾害敏感性需求,以及不同地形下多个山区风电场高分辨率气象监测需求,已经形成风机覆冰气象阈值条件判别指标,研发了针对新能源体系的天气监测预报预警系统,并服务于当地40多个风光场站。

中国气象局相关负责人表示,未来,气象部门将着重提升专业能源气象服务的质与效,深度融入并支撑能源生产、供给、消费全链条,更好发挥气象在能源强国建设中的助推作用。

# 全国首个“光储超充+车网互动+电鸿”示范站在深正式运营

反向放电速度全国最快 南方电网深圳供电局旗舰超充站上线



改造升级后的深圳莲花山超充站为车主提供了更好的充电体验。黄志伟/摄

本报讯 “鲲鹏展翅”状的光伏板、具备全国最大功率600千瓦充放电能力的超充桩、国重项目储能示范系统、搭载电鸿系统的快充桩、全预制舱式“电力魔方”配电站、云边智能管理系统……在深圳市南邻莲花山的一处超充站,新质生产力带来的能量涌动体现得淋漓尽致。

11月7日,在深圳市政府的支持及南方电网公司指导下,南方电网深圳供电局旗舰超充站——莲花山超充站完成试运行,正式开放运营。这也是全国首个“光储超充+车网互动+虚拟电厂+电力魔方+电鸿”多元综合示范站。同时,该站“装备包”中具备27个车网互动(V2G)等功能的充电桩,可同时满足46辆车充放电,使之成为大湾区最大规模车网互动示范站。

据悉,南方电网深圳供电局积极探索前沿技术,匹配深圳快节奏生活方式,超前设置了单桩最大放电功率达600千瓦的超充桩,放电速度较普通桩提升10—20倍,为全国最快。该站点最大放电功率可达2160千瓦,按满功率持续放电1小时算,削峰规模可达4320千瓦时,相当于542户家庭一天的用电需求。

“如果将超充站看作一个电动汽车‘能量超市’,600千瓦的反向放电桩就是其中最快的‘购物通道’。未来,随着能匹配大功率放电的车型越来越多,能享受极速放电体验的车主将随之增加,缓解局部用电高峰用时也将更短。”南方电网深圳供电局新兴产业部业务拓展专员邱凯翔在现场介绍,“我们站点目前已全量接入了深圳虚拟电厂管理平台,在负荷高峰

时期,最大可调节能力为2760千瓦。”

“黑科技”不止于此。作为南方电网电力鸿蒙物联操作系统在充电设施应用的示范点,该站5台120千瓦快充桩均搭载了电鸿系统。“新能源汽车充电等技术更新迭代非常快,同时保有量快速增长,未来如果电网要进一步提高对大量不同类型车、桩的管理效率和质量,三者之间就需要‘说同一种语言’,电鸿就是这样一套国产自主可控的通用系统,使电力设备间可即插即用、数据互联互通。”南方电网深圳福田供电局高级客户经理张佳森说。

数据显示,深圳新能源汽车保有量已达116.2万辆,占机动车总保有量超1/4。新能源汽车的快速发展及普及,对充电基础设施和配电网承载力提出更高要求。近年来,国家有关部门、深圳市政府相继出台政策,鼓励加强新能源汽车与电网能源互动,推动车联网、车网互动、光储充换一体化等试点建设,推动各方以绿色低碳的方式有效挖掘电动汽车参与电网调节潜力,助力提升城市能源安全性。

据了解,莲花山超充站试运行一个月来,日均服务近600车次,日均充电量超2万度,较去年同期增长142%,侧面反映了该站改造升级后运行良好,更快更好满足了车主充电需求,具备开展大规模车网互动应用的潜力。光储充一体化示范项目是新能源汽车与可再生能源产业深度融合的切入点,南方电网深圳供电局将继续推进该类项目的建设运营,推动开展规模化车网互动应用,以新模式新业态,助力加快构建新型电力系统,为深圳打造全球能源先锋城市贡献力量。(胡美施 倪昌 陈格)